

DU 17 DÉCEMBRE 2013 AU 28 FÉVRIER 2014

LES SOUFFLERIES

100 ans après Eiffel

COMITÉ SCIENTIFIQUE DE L'EXPOSITION

Bruno CHANETZ, Président

*Maître de Recherche à l'Onera, Professeur Associé à l'université Paris-Ouest,
trésorier d'Aéro Eiffel 100, membre senior 3AF*

Benoît BLANCHARD,

Directeur-Gérant de la société "Aérodynamique Eiffel"

Jean-Paul BOUCHET,

Ingénieur à la soufflerie Jules Verne du CSTB

Gérard LARUELLE,

*Directeur Général honoraire du pôle de compétitivité Astech,
Secrétaire d'Aéro Eiffel 100, membre Emérite 3AF*

Martin PETER,

Conservateur de la soufflerie Eiffel, Président Aéro Eiffel 100

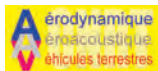
Remi VIGNERON,

Adjoint Technique aux souffleries S2A

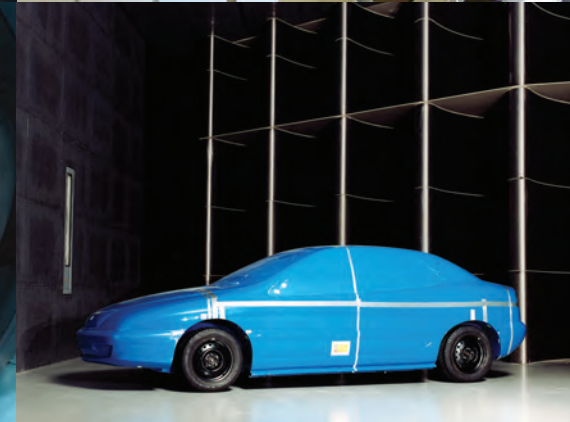
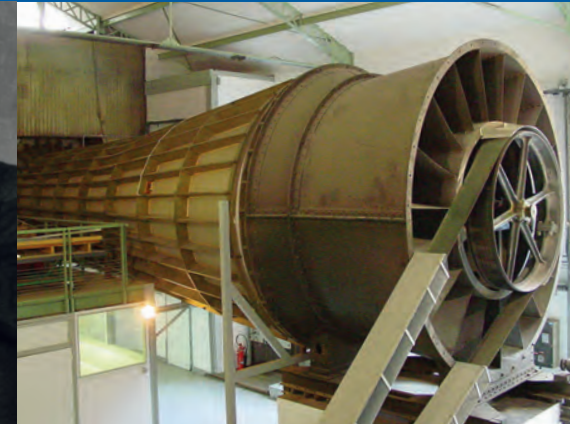
Stephen WOLF,

Manager groupe commercial essais, Onera

PARTENAIRES



CRÉATION : LES QUATRE LUNES / PHOTOS : AÉRODYNAMIQUE EIFFEL, CSTB, ANTOINE GONIN / ONERA S2A



Exposition du mardi 17 décembre 2013 au vendredi 28 février 2014, au musée de l'Air et de l'Espace

Du mardi au dimanche de 10h00 à 17h00

Fermeture exceptionnelle le 25 décembre et le 1^{er} janvier.

Entrée libre

Accès :

Le Musée de l'Air et de l'Espace se trouve sur le site de l'Aéroport de Paris-Le Bourget.

RER B : descendre à la station "Le Bourget" - puis prendre le bus ligne 152

Métro ligne 7 : descendre à la station "Fort d'Aubervilliers" - puis prendre le bus ligne 152

Gustave Eiffel fut, au début du XX^e siècle, un pionnier de l'aérodynamique. Le musée de l'Air et de l'Espace est heureux d'accueillir cette exposition qui retrace l'évolution des souffleries, depuis celle d'Eiffel rue Boileau jusqu'aux très grandes souffleries actuellement en service. Cette exposition a aussi pour ambition de transmettre aux jeunes le virus de l'innovation dans les secteurs de l'aéronautique, de l'automobile et du bâtiment.



LES SOUFFLERIES, UNE HISTOIRE QUI COMMENCE AVEC CELLE DE L'AÉRONAUTIQUE

Les souffleries aérodynamiques sont apparues au début des années 1900, avec les premiers exploits aériens. Elles furent capitales pour concevoir les premiers avions. Depuis, elles sont associées à la conquête du ciel, dont elles ont accompagné les aventures et les innovations.

Parce qu'il fallait, avant le premier vol, faire des essais au sol, on a développé des moyens expérimentaux pour simuler le vol, en soufflant sur des maquettes d'avions. Les "souffleries" étaient nées. Très vite, le principe du soufflage est remplacé par celui de l'aspiration. On améliore ainsi l'écoulement de l'air, en reportant le sillage du ventilateur en aval de la veine d'essai.

GUSTAVE EIFFEL INVENTE LE DIFFUSEUR : LA SOUFFLERIE DE TYPE EIFFEL EST NÉE

Gustave Eiffel était un grand ingénieur et un bâtisseur. La tenue au vent de ses ouvrages était pour lui un défi majeur. Pour dompter le vent, il l'a simulé en soufflerie. En 1911, il invente le diffuseur, innovation majeure, puis l'intègre l'année suivante dans sa nouvelle soufflerie de la rue Boileau. Le Laboratoire Aérodynamique Eiffel est né. Positionné en sortie de la veine d'essai pour rejoindre le ventilateur, le diffuseur économise les deux tiers de la puissance de l'installation. Gustave Eiffel prend ainsi un avantage décisif sur ses concurrents : à puissance égale, il augmente à la fois la taille de la veine d'essai et la vitesse maximale de l'écoulement. Ces performances permettront de confirmer le rôle capital que joue le "nombre de Reynolds", l'un des paramètres critiques garantissant la pertinence de l'essai en soufflerie par rapport au vol¹.

LES SOUFFLERIES ÉVOQUÉES AU FIL DE L'EXPOSITION...

- La soufflerie du Laboratoire Aérodynamique Eiffel qui atteint la vitesse de 100 km/h dans une veine d'essai de 3,14 m² ;
- La grande soufflerie aéronautique S1 de Modane, d'une puissance de 88 MW, qui reproduit la vitesse du son (Mach 1 soit 1000 km/h environ) dans une veine de 200 m² ;
- La soufflerie climatique "Jules Verne" de Nantes, qui reproduit les conditions hygro-thermiques et les précipitations dans différentes veines de 18 à 100 m² ;
- La soufflerie automobile S2A de Montigny-le-Bretonneux, munie d'un tapis roulant (vitesse de 240 km/h, veine de 24 m²) ;
- La soufflerie pressurisée F1 en Midi-Pyrénées ;
- La soufflerie supersonique S2 de Modane d'une puissance de 57 MW, qui atteint Mach 3,1 dans une section de 3,2 m² ;
- La soufflerie S4 à rafales de Modane, alimentée par un réservoir de 29 m³ d'air comprimé à 270 bars, qui permet l'obtention d'écoulements hypersoniques jusqu'à Mach 12 ;
- La soufflerie à haute enthalpie F4 du Fauga-Mauzac, qui permet l'obtention d'écoulements réactifs à des hyper vitesses (quelques km/s) pendant des durées très brèves ;
- La soufflerie à couche limite atmosphérique de Nantes avec une veine de 8 m² et une vitesse maximale de 100 km/h ;
- La seconde soufflerie de S2A, à l'échelle 2/5 (vitesse de 240 km/h, veine de 3,8 m²).



En 1920, Gustave Eiffel confie la direction de la soufflerie à son collaborateur Antonin Lapresle, chargé en 1929 par Albert Caquot, directeur technique général au ministère de l'Air, de construire une grande soufflerie à Meudon. Elle sera utilisée de 1935 à 1975 pour l'aéronautique, mais aussi pour l'automobile et le Génie civil. La Grande Soufflerie ONERA de Chalais-Meudon est reconnue depuis 2000 patrimoine industriel.

LES SOUFFLERIES SE DIVERSIFIENT, LES MAQUETTES SONT DES CHEFS D'ŒUVRE

L'exposition retrace le parcours d'un siècle d'activité des souffleries au service d'une grande ambition de l'industrie aéronautique et spatiale, en France mais aussi en Europe. L'aérodynamique étant une discipline scientifique commune à plusieurs secteurs industriels, les souffleries diversifient leurs applications. En particulier, le Laboratoire Aérodynamique Eiffel œuvre toujours en aérodynamique des véhicules, en aéraulique industrielle et en ingénierie du bâtiment.

Le champ d'expérimentation des souffleries est vaste. En témoignent les nombreuses maquettes présentées, venant d'horizons industriels différents. Les premières, en bois, aujourd'hui objets de collection étaient des chefs d'œuvre d'ébénisterie. Les maquettes du XXI^e siècle, en métal, fibre de verre, mousse... sont souvent des objets de haute technologie.

LES SOUFFLERIES FRANÇAISES, DES MOYENS D'ESSAIS DE RANG MONDIAL

Nos souffleries sont reconnues à l'échelle internationale. L'ONERA², le CSTB³ et le Groupement d'Intérêt Economique S2A⁴ en sont les principaux acteurs pour l'aéronautique, l'espace et la défense, l'environnement et le bâtiment, le transport et l'automobile.

LA RÉVOLUTION DES MÉTHODES DE MESURE ET DES CALCULATEURS

Inséparables de l'expérimentation, les méthodes de mesure et la modélisation numérique trouvent leur place dans cette exposition. Leur évolution est stupéfiante.

Les progrès intervenus en métrologie depuis l'avènement du laser ont ouvert la voie de la mesure des champs d'écoulements par images de particules (PIV). Encore peu maîtrisée il y a quinze ans, cette technique est aujourd'hui d'un usage courant.

Dans les années 1980, les progrès de la simulation numérique, liés à ceux de la puissance de calcul, ont paru menacer l'essor des souffleries. Mais aujourd'hui, les grandes souffleries restent stratégiques en réponse aux nouveaux défis environnementaux pour le développement économique et écologique de l'industrie française.

Deux souffleries en fonctionnement :

- la soufflerie EOLIA du Lycée de Champagne sur Seine
- la soufflerie à fumée de l'IUT de Cachan

1 | Ce paramètre est caractéristique du régime de la couche limite : laminaire ou turbulent.

2 | Le centre français de recherche aérospatiale

3 | Centre Scientifique et Technique du Bâtiment

4 | Souffleries Aérodynamiques et Aéroacoustiques